

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Ilija Ivanović

MODERNIZACIJA MANEVARSKIH LOKOMOTIVA SERIJA 2041 I 2132

DIPLOMSKI RAD

ZAGREB, 2017.

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

DIPLOMSKI RAD

**MODERNIZACIJA MANEVARSKIH LOKOMOTIVA
SERIJA 2041 I 2132**

**MODERNIZATION OF SHUNTING LOCOMOTIVES
CLASS 2041 AND 2132**

Mentor: doc.dr.sc. Mladen Nikšić

Student: Ilija Ivanović
JMBAG: 0135224487

Zagreb, lipanj 2017.

SAŽETAK

Manevarske lokomotive igraju veliku ulogu u željezničkom prometu Hrvatskih željeznica. Zastarjelost samih lokomotiva jedan je od glavnih problema Hrvatskih željeznica, ne samo manevarskih lokomotiva nego cjelokupnog voznog parka. Kada se iscrpe svi resursi, u ovom slučaju lokomotive, onda se razmišlja o modernizaciji lokomotiva ili kupovini novih jer su stare neupotrebljive. Analizirane su druge mogućnosti i prikazana opravdanost modernizacije manevarskih lokomotiva Hrvatskih željeznica.

KLJUČNE RIJEČI:

Manevarska lokomotiva, željeznički promet, modernizacija

SUMMARY

Shunting locomotives play a major role in the railway traffic of Croatian railways. The existence of locomotives themselves is one of the main problems of Croatian railways, not just maneuver locomotives but the entire fleet of vehicles. When all the resources are exhausted, in this case the locomotives, it is the time to think about modernizing locomotives or buying new ones because old ones are unusable. All other possibilities have been analyzed and basically modernization of Croatian railways shunting locomotives have been justified.

KEYWORDS:

Shunting locomotives, railway traffic, modernization

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. STRUKTURA VOZNOG PARKA MANEVARSKIH LOKOMOTIVA HŽ CARGA I HŽ PUTNIČKOG PRIJEVOZA	2
3. PROMETNE I TEHNIČKE ZNAČAJKE DIZELSKIH MANEVARSKIH LOKOMOTIVA SERIJA 2041 I 2132.....	3
4. POSTUPAK MODERNIZACIJE MANEVARSKIH LOKOMOTIVA	4
4.1. POSTUPAK MODERNIZACIJE MANEVARSKE LOKOMOTIVE SERIJE 2041 ..	4
4.1.1. Dispozicija, glavni okvir, okretno postolje, boje i antikorozivna zaštita	6
4.1.2. Vlačni uređaj i odbojnici	7
4.1.3. Kočno polužje, ručna i zračna kočnica	8
4.1.4. Vanjska oprema, obloge i izolacija	9
4.1.5. Vrata i prozori	11
4.1.6. Namještaj, oprema i upravljačnica	12
4.1.7. Električna rasvjeta	14
4.1.8. Grijanje i klimatizacijski uređaji.....	15
4.1.9. Elektromotir, generatori, pretvarači za napajanje.....	15
4.1.10. Uređaji za zaštitu, sigurnosni uređaji	16
4.1.11. Motori s unutarnjim izgaranjem	16
4.1.12. Rashladni uređaji pogonskih sustava	18
4.1.13. Dodatni uređaji za pogonski sustav, kompresori s pogonom.....	19
4.2. POSTUPAK MODERNIZACIJE MANEVARSKE LOKOMOTIVE SERIJE 2132	22
4.2.1. Sustav za hlađenje dizelskog motora i hidrauličnog prijenosnika	22
4.2.2. Sistem napajanja diesel motora gorivom	25
4.2.3. Dizel motor.....	25
4.2.4. Zračni sustav.....	26
4.2.5. Upravljačnica	27
5. OPRAVDANOST MODERNIZACIJE MANEVARSKIH LOKOMOTIVA SERIJA 2041 I 2132	32
6. ZAKLJUČAK	33
POPIS LITERATURE:.....	34
POPIS SLIKA:	35
PRILOZI:.....	37

1. UVOD

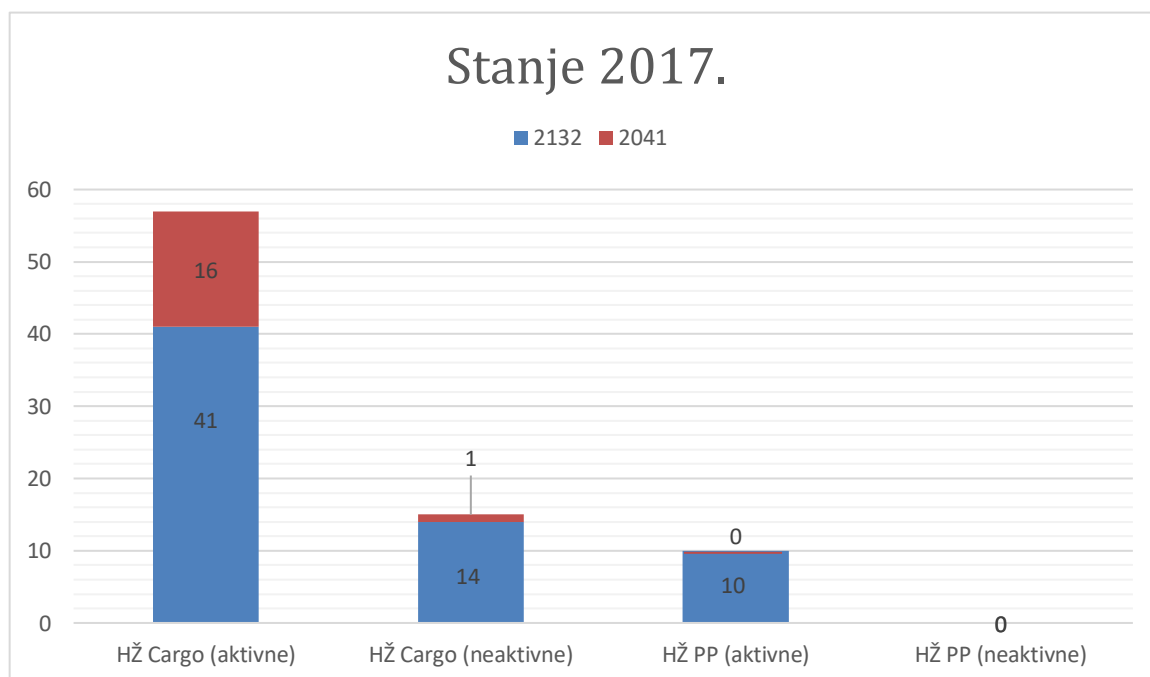
Željeznica je masovni prijevoznik kopnenog prometa. Bilo da se radi o putnicima ili o teretu, željeznica je ta koja se ubraja u sam vrh elite kopnenog prometa. Primarni zadatak ovoga rada bio je pomno približiti trenutno stanje manevarskih lokomotiva HŽ-a, objasniti koja bi to zapravo bila njihova prometna uloga u cjelokupnom sustavu Hrvatskih željeznica. Nakon prometnih i tehničkih karakteristika manevarskih sastava dolazi se do glavne problematike ovoga rada i pitanja opravdanosti potpune modernizacije manevarskih lokomotiva, ima li tu segmenata za modernizaciju ili se trebalo ići drugim putem i riješiti probleme zastarjelih manevarskih lokomotiva na druge načine. Promatrajući cijeli podsustav željezničkog prometa, sve što ljudi vide je zapravo prijevoz putnika i dobara s jednog mjesta na drugo. No međutim, iza svega toga u pozadini je zapravo složen sustav koji zahtjeva visoku razinu organizacije tehnologije i ljudskih resursa, koja u konačnici može dati sustav koji će pružati kvalitetnu prometnu uslugu. Napretkom tehnologije, i članstvom u Europskoj uniji, nametnuli su se visoki standardi koji se moraju ispunjavati. Zastarjelost je zapravo bila ograničavajuća otegotna okolnost ispunjavanju takvih standarda, i nametnula se potreba ili za nabavom novih manevarskih lokomotiva koje bi ispunjavale takve standarde, ali se iz određenih razloga koji su navedeni u daljnjem tekstu rada ipak odlučilo za drugu mogućnost, a to je modernizacija ili remont starih manevarskih lokomotiva. U radu će se navesti koje su to sve promjene tijekom modernizacije provedene te kakav je konačan proizvod proizašao kao posljedica modernizacije.

2. STRUKTURA VOZNOG PARKA MANEVARSKIH LOKOMOTIVA HŽ CARGA I HŽ PUTNIČKOG PRIJEVOZA

Struktura voznog parka Hrvatskih željeznica, s jedne strane HŽ Carga, a s druge HŽ Putničkog Prijevoza (u daljnjem tekstu HŽ PP), sastoji se od kombinacije dizel i električnih lokomotiva. Promatrajući samo manevarske lokomotive, Hrvatske željeznice raspolažu s dvije serije manevarskih lokomotiva 2041 i 2132.

HŽ Cargo trenutno (2017.) raspolaže s ukupno 72 manevarske lokomotive, od čega je 55 lokomotiva serije 2132. Trenutno aktivno stanje za lipanj 2017. iznosi 41 manevarsku lokomotivu a neaktivnih ih je 14. Od 55 manevarski kojima HŽ Cargo raspolaže njih 20 je podserije 300, koje su ujedno i modernizirane i rekonstruirane u TŽV Gredelj. Preostalih 17 lokomotiva je serije 2041, od kojih je 16 aktivno i u voznom stanju. Velika većina 2041 je modernizirana i rekonstruirana, te ih tako čak njih 10 ima sufiks podserije 100 također modernizirano u TŽV Gredelj.

HŽ PP raspolaže sa 10 manevarskih lokomotiva 2132-300 od kojih su sve modernizirane u TŽV Gredelj, uz to nema niti jednu manevarsku lokomotivu serije 2041.¹



Slika 1. Stanje 2017. godine u HŽ Cargo i HŽ PP

¹ Interna dokumentacije službe za tehnologiju HŽ-a

3. PROMETNE I TEHNIČKE ZNAČAJKE DIZELSKIH MANEVARSKIH LOKOMOTIVA SERIJA 2041 I 2132

Prometne značajke manevarskih lokomotiva od velikog su značenja za cijelokupnu mrežu Hrvatskih željeznica, sama pomisao na pokušaj organiziranja željezničke mreže bez direktnog sudjelovanja manevarskih sastava je nemoguća. Možda na prvi pogled cijeli proces manevriranja izgleda dosta beznačajno i nepotrebno. Prebacivanje vagona s jednog kolosijeka na drugi, sastavljanje i rastavljanje vagona i slično, no generalno taj sustav u cjelini čini nešto bez čega željeznička mreža ne bi mogla funkcionirati. Osim što se manevarske lokomotive primarno koriste kao sredstvo za ranžiranje vagona u kolodvorima, ne rijetko se događa da manevarske lokomotive moraju izaći na prugu i izvršavati zadaću onoga za čega nisu prvotno namijenjene. Iako nakon modernizacije i čitave rekonstrukcije gore navedenih manevarskih sastava, vjerojatno zbog manjka pažnje na europske standarde, svaka manevarska lokomotiva će morati imati ugrađen autostop uređaj za prometovanje na otvorenoj pruzi prema zakonu o sigurnosti i interoperabilnosti željezničkog sustava članak 134. završno s 1.srpnja 2017. godine.²

3.1. Tehničke značajke dizelske manevarske lokomotive serije 2041

Kada je riječ o tehničkim specifikacijama manevarske lokomotive serije 2041 onda se nakon modernizacije, barem na papiru znatno osjeti promjena u odnosu na prethodni model. Iako se dijelovi poput broja i rasporeda osovina, širine kolosijeka i slično, nisu mijenjali postoje znatne promjene koje su detaljnije prikazane u Prilogu 1. Osnovne tehničke karakteristike/značajke manevarske lokomotive 2041 podserije 100.³

3.2. Tehničke značajke dizel manevarske lokomotive serije 2132

Dizel hidraulična lokomotiva serije 2132-300 posebnu pažnju privlači novo ugrađeni Caterpillarov motor 3412 E koji razvija oko 478 kW pri 1500 o/min, te više nije dvotaktni nego je četverotaktni HEUI motor. Detaljan prikaz svih tehničkih karakteristika manevarske lokomotive 2132 podserije 300 nalaze se u prilogu 2. ⁴

² Zakon o sigurnosti i interoperabilnosti željezničkog sustava Narodne Novine 82/13, 18/15, 110/15

³ Tomašković, R.; Ilinić, T. (2010.) Uputa za rukovanje lokomotivom 2041-100, Zagreb

⁴ Uputa za upravljanje i rukovanje dizel – hidrauličnom lokomotivom HŽ serije 2132 300, 2004. Zagreb

4. POSTUPAK MODERNIZACIJE MANEVARSKIH LOKOMOTIVA

Sam postupak modernizacije je vrlo složen proces koji se pokreće na zahtjev same institucije koja u krajnjem slučaju posjeduje vozila ili ima pravo raspolaganja istim. U skladu sa svim propisima predaje se zahtjev i sva popratna dokumentacija, provjerena od strane nadležnih službi.

Pojam modernizacije označava korjenitu promjenu vozila bilo da se radi o vanjskoj ili unutarnjoj rekonstrukciji, ali ujedno ne mijenja osnovne konstruktivne i eksploatacijske karakteristike vozila. Jedna od glavnih točaka rasprave ovoga rada je upravo sama modernizacija i tijek rekonstrukcije dizel manevarskih lokomotiva serije 2041 i 2132.

Stare manevarke se više nisu mogle održavati jer zbog svojedobne zastarjelosti, u pogon su puštene davnih 60-ih godina prošlog stoljeća i nije bilo moguće nabaviti rezervne dijelove ni za sam dizel motor kao ni za unutrašnji dio kabine. Zastarjelost lokomotiva za posljedicu je imalo postavljanje pitanja o isplativosti potpunog remonta do tada korištenih lokomotiva ili nabavi novih lokomotiva.

4.1. POSTUPAK MODERNIZACIJE MANEVARSKE LOKOMOTIVE SERIJE 2041

Korijeni stare manevarske lokomotive 2041-000 sežu do 1960.godine kada se počela proizvoditi u Slavonskom Brodu, strojarska grupacija zvana Đuro Đaković. Važno je napomenuti da su se 2041 manevarske lokomotive konstruirale pod licencom francuske firme Brissneau et Lotz. Samim procesom rekonstrukcije 2041-000 dobiva novi naziv te podserija 0 prelazi u podseriju 100 te tako nastaju modernizirane manevarske lokomotive serije 2041-100.⁵

Svaki broj, kako ovih manevarskih lokomotiva, tako i ostalih električnih i svih drugih vučnih i vučenih vozila ima svoje mjesto i značenje. U ovom slučaju serija lokomotiva 2041-100 definira se kao sljedeće:

- **2** – označava dizel ili električnu lokomotivu (1 za električnu lokomotivu)

⁵ Gredelj, <http://tzv-gredelj.hr/proizvodni-program/lokomotive/de-2-041.html>, (08.06.2017.)

- **0** – dizel – električna lokomotiva (1 označava dizel hidrauličnu lokomotivu, 2 označava dizel-mehaničku lokomotivu)
- **4** – oznaka za broj pogonskih osovina (3- tri osovina, 6- šest osovina)
- **1** – prva serija takvih lokomotiva
- **0** – druga podserija takvih lokomotiva (prva podserija bi imala oznaku 0)
- **00** – broj lokomotive ove podserije (01, 02, 03 i slično)

Od izvorne lokomotive sačuvana su samo okretna postolja i generalno njezin temeljni okvir, gotovo sve ostale komponente su izmijenjene i rekonstruirane. Lokomotiva kao takva je imala samo jedan upravljački stol, bez generatora pare i bila je zapravo preslika francuske osnovne izvedbe, te joj je kao takvoj i osnovna namjena bila teška manevarska vuča, ali na sporednim, pretežno nizinskim, prugama. 2041 podserije 000 ima dvije pogonske osovine i svaku osovину pogoni jedan vučni motor. Razmještaj osovina je B'oB'o tipa što znači da je 2041 lokomotiva s dva dvoosovinska (B) okretna postolja ('), pojedinačnim pogonom svake osovine (o).⁶ Istosmjerni vučni motori pogone osovine preko jednog para zupčanika, a električna energija se dobiva od istosmjernog generatora, čija se zapravo mehanička energija dobiva direktno od dizelskog motora.

Kako je gore navedeno, dizelski motor sam po sebi je zastario, i ni na koji način nije udovoljavao ni osnovnim uvjetima koji se danas nameću pogonskim grupama vučnih vozila. Uz sam dizelski motor, ostale pomoćne komponente kao što su kompresor, brisači stakala, grijalice, zračna oprema, kontroleri i slično, u jednakom su zastarjelom stanju i u nemogućnosti nabavke zamjenskih dijelova, prema tome mogućnost popravka svodila se na nulu. Osim mehaničkih dijelova, sama zastara odnosila se i direktno na radno okruženje upravljačnice, postajale su neergonomske za strojno osoblje, te nisu zadovoljavali propise u ni jednom pogledu, te se kroz svako zaobilaženje sigurnosnih propisa povećava rizik od narušavanja sigurne vožnje.

Iz svih gore navedenih razloga jedino logično rješenje bila je totalna modernizacija lokomotive serije 2041. Kroz samu modernizaciju, osim vraćanja sigurnosti manevriranja i same vožnje, eksploatacijski vijek same manevarke produljen je za sljedećih 25-30 godina. Rekonstruirane 2041-000 lokomotive dobile su novu oznaku serije 2041-100. Izgled lokomotive prije i poslje modernizacije je prikazan na Slici 2.

⁶ Zavada, J. *Željeznička vozila i vuča vlakova*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2004.



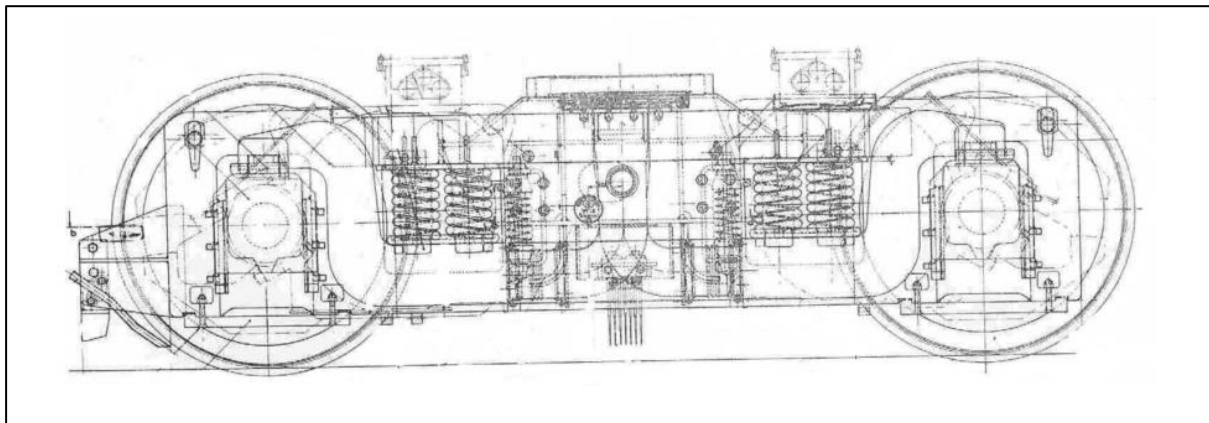
Slika 2. Izgled prije i poslije modernizacije 2041.

4.1.1. Dispozicija, glavni okvir, okretno postolje, boje i antikorozivna zaštita

Već gore navedeno, lokomotiva kao takva zadržava dosadašnji vanjski izgled, te ostaje u granicama gabarita propisanih standardom UIC 505-1. Komponente su morale biti raspoređene na taj način da ukupna masa po osovini ne prelazi 17 tona i samo odstupanje desnih i lijevih kotača ne smije biti veće od 4%.

Na glavnom okviru bile su potrebne modifikacije cijelom duljinom, prvenstveno zbog ugradnje nove kade dizel motora, uz nove nosače raznih zračnih komponenti, rashladnog sustava, električnih instalacija. Prethodno samoj rekonstrukciji cijeli glavni okvir se opjeskario i podvrgnuo antikorozivnoj zaštiti prema UIC 842-5 i ISO propisima o zaštiti životnog okoliša.

Okretna postolja su popravljana u okviru velikog popravka, ali treba napomenuti da su u obliku slova H, nemaju kolijevke i čelni nosač. Konstrukcija okvirnog postolja je zavarenog tipa i sastavljena je od jednog poprečnog i dva uzdužna nosača. Kočni cilindri i nosači vučenih motora nalaze se na poprečnom nosaču okretnog postolja koji je prikazan na Slici 3.



Slika 3. Okretno postolje lokomotive serije 2041

4.1.2. Vlačni uređaj i odbojnici

Vlačne kuke s vodilicama i elastomerskim umecima koji odgovaraju normi UIC 520, i elastomerske opruge TS-2 su prikazane na Slici 4., te odbojnici hoda 105 mm, s ugrađenim elastomerskim oprugama 30kJ, klase A, prikazani na Slici 5., ugrađeni su kao dio potpune modernizacije lokomotive 2041.



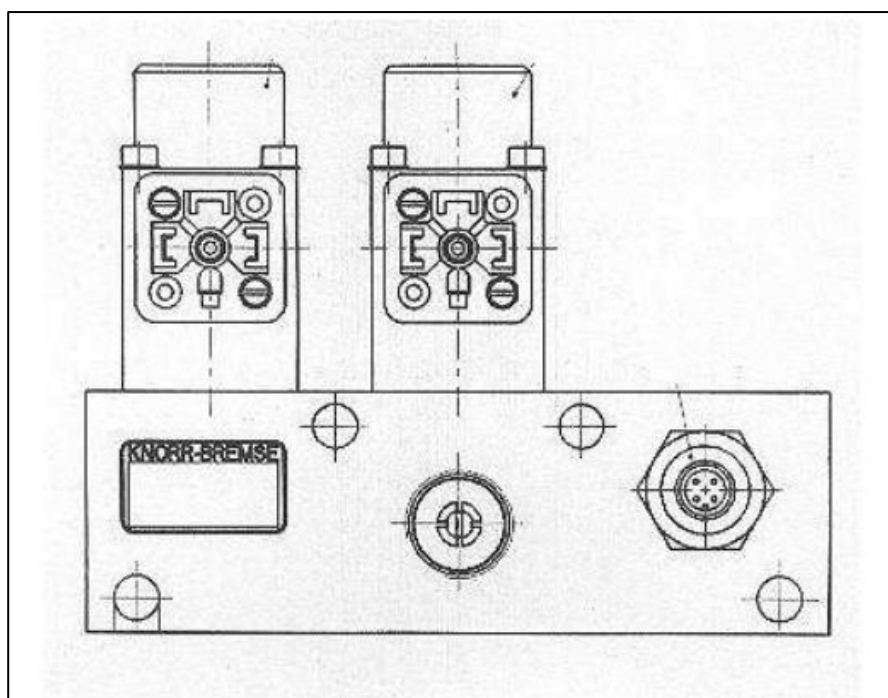
Slika 4. Vlačna kuka



Slika 5. Odbojnik

4.1.3. Kočno polužje, ručna i zračna kočnica

Sklop vertikalnih i horizontalnih poluga čine kočno polužje, gdje se lakše odvajanje kočnih umetaka vrši preko međusobno povezanih vertikalnih poluga. Samom ručnom kočnicom upravlja se ručnim kolom smještenim na desnoj bočnoj strani upravljačnice koji direktno preko galovih lanaca i zupčanika djeluje na desni kočni uređaj ispod upravljačnice. Ugrađene su nove zračne kočnice KE-GP proizvođača Knorr Bremse (Slika 7.). Odrabrani tlakovi u kočnom cilindru odnosno glavnom vodu smješteni su tako da su proporcionalni položaju ručice direktnog odnosno indirektnog kočnika. Dva relejna ventila (Slika 6.) dovode regulirani zrak, svaki za svoje postolje, i najveći tlakovi iznose 3,8 bara.



Slika 6. Analogni pretvarač zraka

Indirektni kočnici ugrađeni su na svaki komadni stol (slika 7.), Knorr FBS 1-3 SB2-DA.



Slika 7. Indirektni kočnik Knorr FBS 1-3 SB2-DA

4.1.4. Vanjska oprema, obloge i izolacija

Vanjska oprema je prikazana na Slici 8. Na prednji dio lokomotive ugrađeni su novi snježni plugovi, zavojni vlačni uređaj, dva jednaka odbojna uređaja, kočnilke spojnice, vodoravni rukohvat ispod odbojnika, slavine, spojnica glavnog zračnog voda,

nosač za spojnicu koja se ne koristi i nosač za ovješanje kvačila koje se ne koristi. Dodane su i vanjske pomoćne rasvjete kvačila i stepenica, radi sigurnijeg manevarskog rada cjelokupnog osoblja.

Krov, bočne pregradne stijene i pod obloženi su novom toplinsko-zvučnom izolacijom što je prikazano na slici 9.. Proces je bio vrlo jednostavan jer se na osnovnu konstrukciju nanosio antivibracijski sloj sa izolacijskim materijalima ogovarajuće debljine a kao završnio dio dodavala se unutarnja oplata od perforiranog aluminijskog lima. Što se poda tiče, dodane su ne obične nego višeslojne izolacijske komponente, čime se dodatno smanjuje buka i direktan prijenos vibracija prema upravljačnici. Svi izolacijski materijali i radovi unutar upravljačnice podliježu i zadovoljavaju Europske norme o zaštiti okoliša i protupožarnoj zaštiti, što u konačnici smanjuje buku do maksimalnih 80 db unutar upravljačnice.



Slika 8. Vanjska oprema



Slika 9. Toplinsko zvučna izolacija prije postavljanja oplata od perforiranog aluminijskog lima

4.1.5. Vrata i prozori

S ciljem jednostavnijeg rukovanja te prilagođavanja novoj opremi, izrađena su nova vrata i poklopci motornog prostora i male haube. Slično kao na lokomotivama serije HŽ 2132-300 ugrađene su brave na vratima i poklopcima motornog prostora u skladu s tehničkim rješenjima, kako bi se ujedno na postojeći raspored vrata, rekonstrukcijom kabine vrata prebacila na lijevu stranu u smjeru vožnje, te se tako dobilo na jednakosti rasporeda opreme svih manevarskih lokomotiva.

Prozori smješteni na čelu lokomotive, koji se ne mogu otvarati, učvršćeni su gumenim brtvama. Prozori koji se nalaze po strani, posmični prozori vijcima su učvršćeni za oplatu upravljačnice, te se mogu otvarati pomakom u uzdužnom smjeru te su prikazani na Slici 10.. Novi električni brisači s dvije brzine i sa pumpicama koje štrcaju vodu, ugrađeni su na čelne prozore ispred upravljačkog stola kao i na vrata, i zadovoljavaju UIC 651 standarde te su prikazani na Slici 11..



Slika 10. Bočno posmični prozori



Slika 11. Električni brisači stakla na vratima

4.1.6. Namještaj, oprema i upravljačnica

Sukladno propisima o negorivosti, te UIC 651 standardu u upravljačnicu su ugrađeni novi ergonomski stolci, koji su puno kvalitetniji pomični stolci koji omogućavaju strojovođi upravljanje lokomotivom u sjedećem i stajaćem položaju prikazani na Slici 12..

Uz sve gore navedene promjene same upravljačnice, dodani su novi upravljački stolovi (Slika 13.), cijela instrument ploča (Slika 14.), 10,4" LCD ekran koji prikazuje željene parametre rada lokomotive, novi brzinomjer, ručno i nožno tipkalo budnika, tipkalo za zavođenje kočenja u slučaju opasnosti, jednokabinski RDU uređaj s jednom MTK i radio stanica kao i utičnica 220V/max 200W i na krovu upravljačnice dodane su nove dvotonske sirene Kovinar 370/660 Hz.



Slika 12. Ergonomsko sjedalo za strojovođe



Slika 13. Upravljački stol



Slika 14. Upravljačka ploča

4.1.7. Električna rasvjeta

Cjelokupan sustav vanjske rasvjete je potpuno automatiziran primarno s ciljem rasterećenja strojnog osoblja, a sekundarno radi minimiziranja mogućih grešaka u upravljanju vanjskom rasvjetom. Dvije LED svjetiljke koje mogu svijetliti crveno, kao završni signal, i bijelo kao pozicija, te trećeg svjetla smještenog na oba kraja lokomotive, koje je ujedno čelno svjetlo ili reflektor.

Unutrašnja rasvjeta sastoji se od rasvjete instrumenata, motornog prostora, upravljačnice, voznog reda i upravljačkog mjesta (Slika 15.)

LED tehnologija osigurava znatno višu raspoloživost uz minimalno održavanje i u konačnici minimizira troškove.



Slika 15. Prekidač rasvjete na upravljačkom stolu

4.1.8. Grijanje i klimatizacijski uređaji

Upravljačnicu grije toplovodna grijalica Eberspacher Zenith 8000, koja se sastoji od izmjenjivača preko kojeg struji zrak pogonjen ventilatorom. Grijalica razvija snagu od 8 kW u višoj i 5,5 kW u nižoj brzini. Pošto je u svakom upravljačkom stolu ugrađena po jedna toplinska grijalica, u konačnici osigurava toplinsko strujanje zraka od 16 kW. Navodno, pri vanjskoj temperaturi od -25°C u roku 15 minuta upravljačnicu zagrijava na ugodnih $+22^{\circ}\text{C}$.

U toplom periodu hlađenje upravljačnice vrši se klimatizacijskim uređajem Carrier Sutrak AC7, koji raspolaže snagom od 7,4 kW. Cjelokupan rashladni sustav opremljen je sa dva temperaturna senzora koji mjere vanjsku i unutarnju temperaturu. U sklopu krovnog dijela klime nalazi se senzor za vanjsku temperaturu, a senzor za unutarnju smješten je na jednom od upravljačkih stolova.

4.1.9. Elektromotir, generatori, pretvarači za napajanje

Iako je glavni generator ICK 682-6 zadržan nakon rekonstrukcije, izbačen je pobudni generator i te se preko novog DC-DC pretvarača direktno upravlja uzbuđom. Uz prethodno instalirano automatsko šentiranje, sustav je složen na taj način da i prilikom

kvara lokomotiva može voziti sa samo dva vučna motora. Ubačen je i potpuno novi Stamford UC.I274H26 pomoćni alternator snage 120kVA pri 1500rpm.



Slika 16. Glavni generator nakon rekonstrukcije

4.1.10. Uređaji za zaštitu, sigurnosni uređaji

Zaštita od proklizavanja, redukcija snage vuče, zaštita od prevelike struje odnosno napona, zaštite od prekomjerne brzine, vožnje zakočene lokomotive, promjene smjera u vožnji i nedostatka tekućina samo su neke od glavnih uređaja za zaštitu koje su ugrađene tijekom modernizacije. Na lokomotivu je ugrađen i budnik Altpro UDB 1 koji se ugrađuje na sva vozila Hrvatskih željeznica.

4.1.11. Motori s unutarnjim izgaranjem

Caterpillar 3508 B DITA SCAC (Slika 17.) novi je Diesel motor koji je ugrađen u 2041. Četverotaktni motor s prednabijanjem zraka zadovoljava sve kriterije o kvalitetama ispušnih plinova prema UIC II, UIC 624 i UIC 623 standardima i prema regulativi ispušnih plinova ERRI 2003.



Slika 17. Diesel motor CAT 3508 B DITA SCAC

Osnovne karakteristike gore navedenog motora prikazane su na Slici 18.

- Ciklus	4 takta
- Aspiracija	turbopunjačem s međuhladnjakom prednabijenog zraka
- Ubrizgavanje	direktno
- Broj i raspored cilindara	8 u „V“
- Broj ventila, po cilindru	4
- Promjer klipa	170 mm
- Hod klipa	190 mm
- Kompresijski omjer	14:1
- Ukupni radni volumen	34,5 L
- Težina suhog motora	4800 kg
- Maksimalna kontinuirana snaga	745 bkW (1020 KS) pri 1500 o/min
- Maksimalna trenutna snaga	820 bkW (1122 KS) pri 1500 o/min
- Iskorištena snaga motora	607 bkW (825 KS) pri 1500 o/min

Slika 18. Osnovne karakteristike CAT 3508 B DITA SCAC motora

Točno iza dva turbopuhala nalazi se ispuh motora (Slika 19.), gdje je na izlaznoj prirubnici ispuha motora ugrađen kompenzator kod kojeg je postavljen prigušni ispušni lonac koji dodatno smanjuje buku samog ispuha za 25 dB. Ispušna grana se ugrađuje na ispušni lonac (Slika 20.) kojom se plinovi ispuha provode do samog krova upravljačnice.



Slika 19. Spoj ispuha motora na ispušni lonac



Slika 20. Ispušni lonac sa spojem na ispušnu granu

4.1.12. Rashladni uređaji pogonskih sustava

Sam koncept rashladnog sustava dizel motora sasoji se od dva potpuno odvojena kruga. Krug hlađenja dizel motora i krug hlađenja stlačenog zraka prednabijanja. Sustav kao takav sam po sebi je novoizgrađen i izveden prema toplinskom proračunu na osnovi podataka termičke bilance dizel motora dobivene od strane proizvođača. Obadva kruga su zatvorenog tipa, a za cirkulaciju rashladne tekućine koriste se centrifugalne pumpe , za

svaki krug po jedna. Ubačen je i novi hladnjak većeg kapaciteta (Slika 21.), tako da je rashladni kapacitet samog hladnjaka dovoljno velik da odvede maksimalno razvijenu toplinu u procesu uz 10% rezerve kapaciteta, dok je vanjska temperatura čak 40°C.



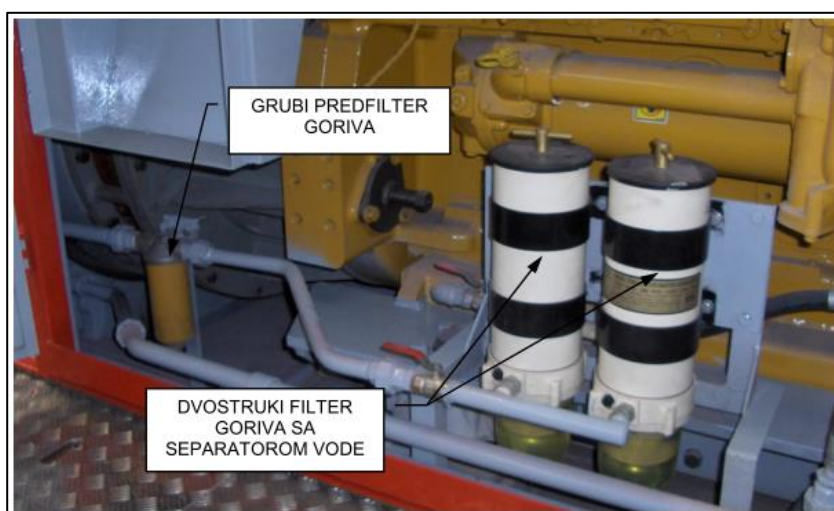
Slika 21. Sklop novog hladnjaka

4.1.13. Dodatni uređaji za pogonski sustav, kompresori s pogonom

Glavna dva uređaja dodatnih sustava pogonskih motora su Webasto Thermo 230 pregrijač motora (Slika 22.) i Racor filter sa separatorom vode za potrebe filtriranja goriva (Slika 23.). Potrebno je naglasiti da pregrijač za motor koristi dizel gorivo kao izvor topline zagrijavanja, a s njim je ujedno moguće grijati i upravljačnicu. Radni napon uređaja iznosi 24 V DC dok je toplinska snaga uređaja 23 kW.



Slika 22. Uređaj za predgrijavanje , Webasto Thermo 230



Slika 23. Prefilter i dvostruki filter goriva sa separatorom vode

Ubačen je i novi klipni bezuljni kompresor VV270-T, tvrtke Knorr-Bremse koji je pogonjen novim pomoćnim električnim pogonom. Njegove osnovne tehničke karakteristike su prikazane na Slici 24. Sam izgled klipnog bezuljnog kompresora je prikazan na Slici 25.

- maksimalni pritisak	10 bara
- kompresija	u dva stupnja
- broj cilindara	4
- temperaturno područje rada	-40/+50 °C
- maks. snaga potrebna za pogon kompresora	18.1 kW
- masa kompresora	300 kg
- buka na udaljenosti 4.6 m.....	76 dB
- maksimalni kapacitet kompresora	2400 l /min

Slika 24. Osnovne tehničke karakteristike kompresora



Slika 25. Bezuljni kompresor Knorr VV 270-T

Kao što je navedeno ranije, primarna zadaća lokomotive je teška manevra i vuča lakših teretnih vlakova, kako se osovinski pritisak uspio ugrati na skali ispod 17 tona, osigurava u konačnici i mogućnost primjene i na sporednim i industrijskim kolosijecima a nova tehnička i tehnološka rješenja doprinose značajnom smanjenju troškova samog rada, održavanja ali ponajprije povećanju pouzdanosti lokomotive.⁷

⁷ Gredelj, <http://tzv-gredelj.hr/proizvodni-program/lokomotive/de-2-041.html>, (08.06.2017.)

4.2. POSTUPAK MODERNIZACIJE MANEVARSKE LOKOMOTIVE SERIJE 2132

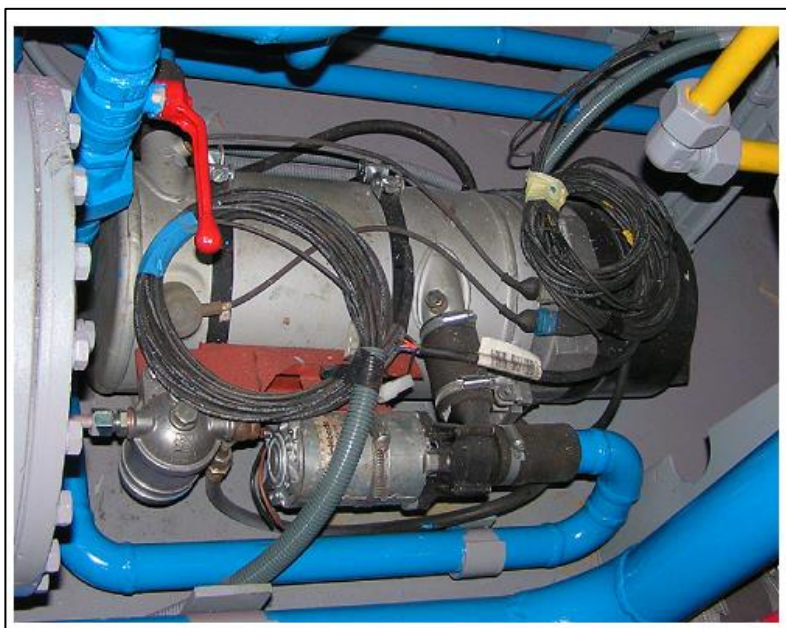
Manevarska lokomotiva serije 2132 je dizel-hidraulična lokomotiva za manevarski rad, koja je imala ugrađen dvotaktni dizelski motor tipa JW 600. Elastična spojka i primarni kardan bili su osnovni dijelovi primarnog pogona, a sam pogon rashladnog ventilatora ostvarivao se putem kardanskog vratila čiji je broj okretaja bio ovisan o broju okretaja dizelskog motora. Električna instalacija lokomotive je 72V. Prethodno naveden grubi opis 'stare' manevarske lokomotive 2132 podserije 000, 100 i 200 gubi gotovo sve tehničke karakteristike nakon modernizacije i rekonstrukcije iste. Ta zastarjela tehnologija, stare lokomotive 2132 okreće novu stranicu nakon modernizacije i dobiva novi naziv podserije 300, što bi značilo da je to četvrta podserija takve vrste. Broj 2 označava dizel lokomotivu, a da je dizel hidraulična lokomotiva govori nam broj 1 u nazivu. Ima tri pogonske osovine i druga je serije takvih lokomotiva i četvrta podserija. Nakon modernizacije 2132 dobiva novi četverotaktni dizelski motor, primarni pogon povezan je viskoelastičnom vezom spojka-kardansko vratilo, a pogoni ventilatora ostvareni su hidrostatskim putem, te se ventilatori vrte brojem okretaja ovisno o temperaturi rashladnog sredstva, što u konačnici nije povezano s trenutnim brojem okretaja motora. Izbačen je dnevni spremnik goriva, tako da se napajanje gorivom crpi iz spremnika u koji se slijeva gorivo iz glavnog spremnika lokomotive. Upravljačnica lokomotive je maksimalno rekonstruirana i modernizirana te kao i 2041 maksimalno zvučno i toplinski izolirana, novi upravljački stolovi, elektromotori i ormari za pomoćne uređaje, ergonomski stolci, snimač podataka, klima-uređaji, kompletna električna instalacija koja je i ujedno promijenjena na 24V.⁸

4.2.1. Sustav za hlađenje dizelskog motora i hidrauličnog prijenosnika

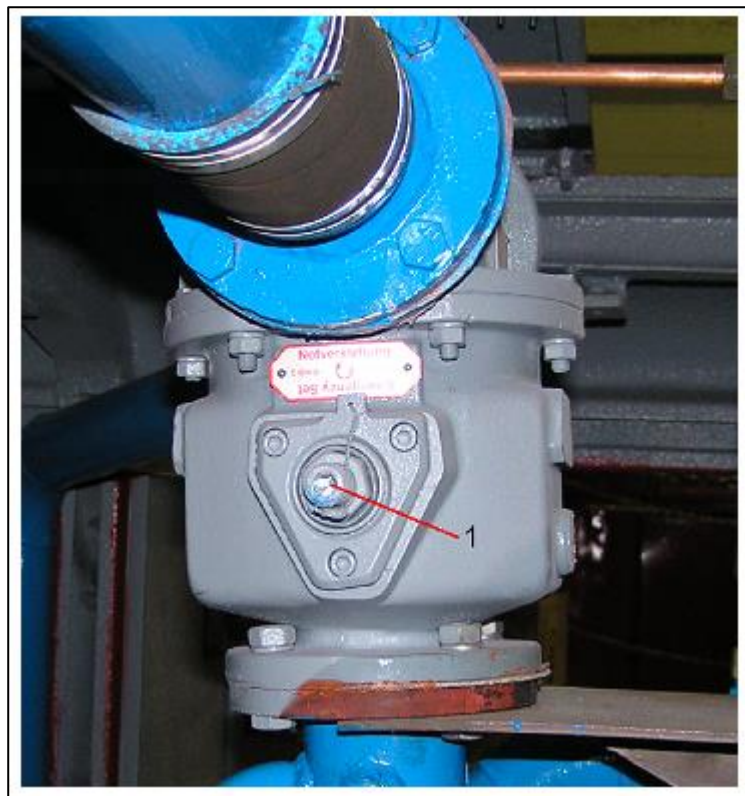
Modernizirana manevarka 2132-300 ima dizelski motor sa jednokružnim sistemom hlađenja u koji je uključeno i hlađenje ulja hidrauličnog prijenosnika VOITH L26. Glavna svojstva rashladnog sredstva ZALCA 2056613 prema propisima tvrtke Caterpillar ima tri specifična svojstva od kojih je ne smrzavanje do minimalno -35 stupnjeva Celzija, ne izaziva koroziju kao ni kavitaciju.

⁸ Gredelj, <http://tzv-gredelj.hr/component/attachments/download/49>, (08.06.2017.)

Termostatski ventil (Slika 26.) hidrostatskog pogona na sebi ima priključen usisni vod cjevovoda rashladne tekućine. Pumpa se preko termostatskog ventila uključuje postpuno, a uključivanje započinje kod 90 stupnjeva Celzija rashladnog sredstva da bi punu dobavu pumpa dala kod temperature od 96 stupnjeva Celzija. Kada rashladno sredstvo postigne temperaturu od 85 stupnjeva Celzija otvara žaluzine na hladnjaku te propušta ulje do hidro motora ventilatora te omogućuje njegovo pokretanje. Cijeli krug cirkulacije nalazi se pod tlakom i zato se zove zatvoreni sustav cirkulacije.



Slika 26. Termostatski ventil (1) termostat (2)



Slika 27. Vijak za regulaciju termostata (1)

Za predgrijavanje dizelskog motora prije pokretanja ugrađen je Webasto thermo 230 (Slika 28.) maksimalne snage 23 kW. Da bi se pokrenuo Webasto, strojovođa prije paljenja lokomotive uključi sklopku "webasta" te nakon 20 minuta nakon što je motor predgrijan može ga upaliti i spreman je za pokretanje.



Slika 28. Webasto tip thermo 230

4.2.2. Sistem napajanja diesel motora gorivom

Sistem napajanja gorivom u odnosu na prvotnu verziju dobio je nekoliko promjena. Napajanje gorivom dizel motora je iz pomoćnog spremnika goriva spješteno ispod okvira lokomotive, a pomoćni spremnik je spojen na glavni lijevi spremnik goriva. Povrat goriva iz dizel motora ide u glavni desni spremnik. Prije ulaska goriva u dizel motor gorivo mora proći kroz odvajač same vode i pročišćivač goriva koji su smješteni na dizel motoru. Sa lijeve i desne strane lokomotive nalaze se ispusne slavine za ispust goriva iz spremnika (Slika 29.), a nivo goriva u spremnicima provjerava se na bočnim nivokazima.



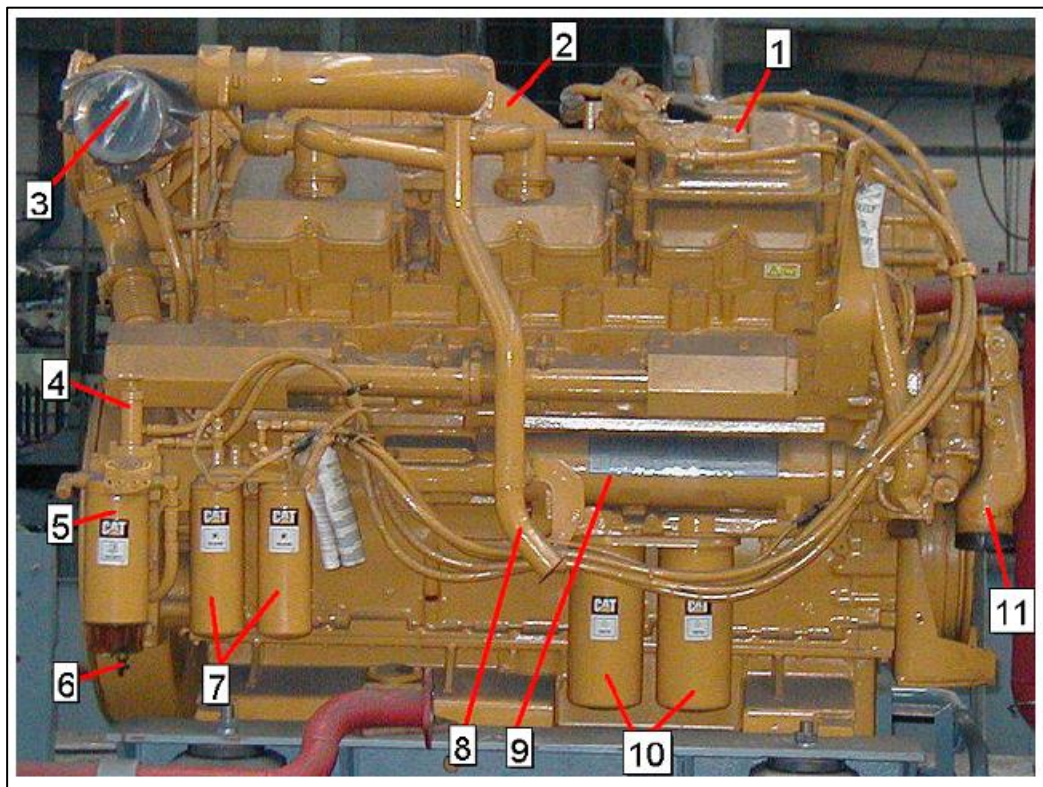
Slika 29. Slavina za zatvaranje napajanja goriva dizel motora (1)

4.2.3. Dizel motor

Snaga novo ugrađenog četverotaktnog Cterpillarovog 3412 E dizel motora iznosi 478 kW pri 1500 o/min. Njegovi karakteristični dijelovi su (Slika 30.):

1. ECM – electronic control module
2. Aftercooler – hladnjak zraka turbopunjača
3. Usis zraka u turbopuhalo
4. Ručna pumpa za gorivo
5. Odvajač vode iz goriva
6. Ispusna slavina vode iz odvajača vode
7. Filteri goriva
8. Odušna cijev motora
9. Hladnjak ulja
10. Filteri ulja

11. Pumpa vode rashladnog sistema



Slika 30. Dizel motor sa prikazanim dijelovima

4.2.4. Zračni sustav

Manevarska lokomotiva 2132-300 opremljena je sa uređajima za regulaciju i upravljanje kao što su 25l spremnik zraka upravljanja, manometar, tlačni prekida upravljanja, tast ventil, dvostruko odbojni ventil, brze spojnice za spoj stolca, isključna slavina žaluzina, pjeskar, dva elektropneumatska ventila pjesakra i dr. Uz uređaje za regulaciju opremljena je direktnim i indirektnim kočnicama. Direktna ili lokomotivska kočnica tipa FD1, dok je indirektna automatska kočnica, i ima dva kočnika tipa "Božić", gdje se nalazi pomoćni 75l spremnik sa dva pomoćna ventila za kočnicu u slučaju opasnosti, centrifugalni pročistač i slavina za isključenje rasporednika. Direktnom kočnicom koči se samo lokomotiva dok indirektnom kočnicom kočena je i lokomotiva i priključeni vlak.

4.2.5. Upravljačnica

Potpuna rekonstrukcija upravljačnice ne iznenađuje s obzirom na izvornu verziju 2132. Dimenzije generalno nisu mijenjane, dok je vanjski izgled poprimio promjene s obzirom da je ulaz u upravljačnicu samo sa lijeve strane. Prednja stakla su ostala ista, a prozorima sa strane su promijenjene dimenzije i imaju polužne mehanizme za otvaranje. Ubačene su dvije grijalice Konvekta snage 14 kW koje griju upravljačnicu. Na prednjem čelnom dijelu do pomičnog prozora nalazi se tipkalo mikrofona radio uređaja i poklopac za pristup cijevima kočnika. Ventil kočnice za slučaj opasnosti nalazi se s desne i lijeve stranice čela upravljačkog stola. Osigurači, zvučnik radio stanice, sirena budnika i pokazivač broja pređenih kilometara smješteni su na vratima električnog ormara. Podest za noge koji je smješten ispod upravljačkog stola ima tipkalo budnika i tipkalo sirene. U ormaru koji se nalazi na stražnjoj strani upravljačnice nalaze se kočne papuče, zračna crijeva sa ključem, ormarić knjižice voznog reda i vatrogasni aparati, a odmah pored ormarića na bočnoj strani je vješalica za odjeću. S druge strane stražnjeg ormarića nalazi se Motorola, centralna jedinica radio uređaja. Dijelovi upravljačnica su:

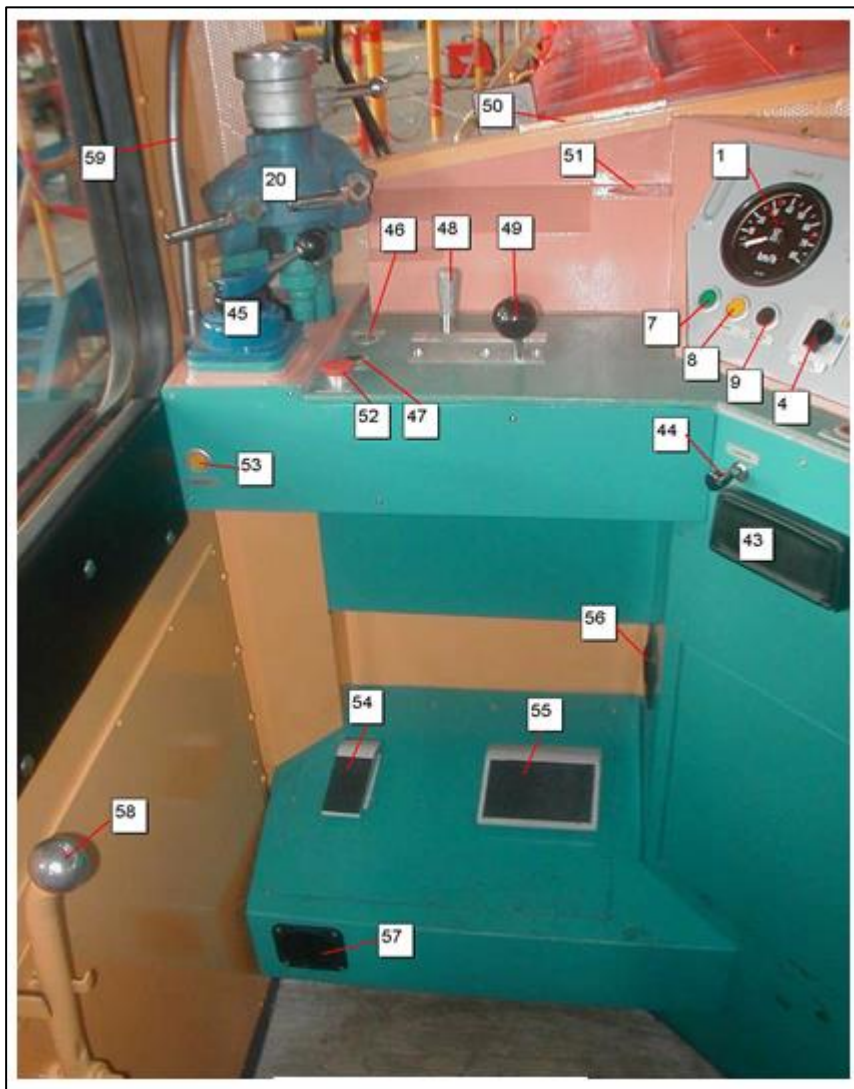
1. Brzinomjer
2. Sklopka rasvjeta upravljačnice i instrumenata
3. Sklopka prednjih i stražnjih brisača lijevog upravljačkog mjesta
4. Sklopka čeona svjetla
5. Sklopka reflektor
6. Sirena
7. Signalizacija spremnosti prijenosnika
8. Signalizacije budnika
9. Tipkalo za provjeru rada budnika
10. Tipkalo za otkočivanje lokomotive
11. Tipkalo za ozubljenje prijenosnika
12. Sklopka završni signal
13. Sklopka i potencijometar prednje grijalice
14. Tipkalo za zaustavljanje rada motora
15. Glavna sklopka (start / pogon)
16. Tipkalo za pokretanje motora (start)
17. Sklopka i potencijometar stražnje grijalice
18. Sklopka za prisilnu vožnju

19. Kontroler
20. Božić kočnik
21. Manometar kočinih silindara
22. Manometar spremnika zraka i glavnog voda
23. Sklopka 30 /60
24. Sklopka Webasta
25. Cat paneli
26. Kip prekidač za listanje podataka na trećem CAT modulu
27. Signalni panel
28. Radio uređaj
29. Termometar ulja HP-a
30. Ampermetar
31. Sklopka osvjetljenje upravljačnice i motornog prostora
32. Sklopka osvjetljenje manevarske lokomotive
33. Nosač knjižice voznog reda
34. Rasvjetno tijelo knjižica voznog reda
35. Sirena budnika
36. Zvučnik radio uređaja
37. Električni osigurači
38. Brojač prijeđenih kilometara
39. Utičnica za punjač mobitela
40. Sklopka Webasta
41. Sklopka 30/60
42. Ventil hitne kočnice
43. Pepeljara
44. Pjeskara
45. Direktni kočnik FD1
46. Sijalica smjera vožnje naprijed
47. Sijalica smjera vožnje nazad
48. Ručica kontrolera za biranje smjera
49. Ručica kontrolera za povećanje broja okretaja DM-a i ostvarenje vuče
50. Usmjerivač zraka za puhanje na čelna stakla
51. Otvor za čašu
52. Tipkalo budnika

- 53. Tipkalo mikrofona radio uređaja
- 54. Nožno tipkalo sirene
- 55. Nožno tipkalo budnika
- 56. Otvor za grijalicu zraka – ulaz toplog zraka
- 57. Otvor za usis zraka grijalice
- 58. Ručica za podizanje/spuštanje prozora



Slika 31. Upravljačnica 1



Slika 32. Upravljačnica 2

Na Slici 33. prikazan je stražnji dio upravljačnice sa svojim dijelovima:

1. Ormarić za knjižice voznog reda
2. Ormarić za kočione klinove
3. Vješalica



Slika 33. Stražnja strana upravljačnice

5. OPRAVDANOST MODERNIZACIJE MANEVARSKIH LOKOMOTIVA SERIJA 2041 I 2132

Sagledavajući sve činjenice, tadašnjeg stanja promatranih manevarskih sastava, jedini razuman zaključak bio bi potpuna modernizacija svih manevarki koje su se nalazile u tom stanju, ili jednostavno kupnja novih. Kupnja novih manevarskih lokomotiva, koliko god bila jedna od opcija definitivno nije došla ni u razmatranje. Sama narudžba i kupnja novih manevarskih sastava, osim što se financijski ne bi isplatila, novo kupljeno vozilo potrebno je prvotno homologizirati prema tehničkim specifikacijama za interoperabilnost i testirati. Homologacija novog vozila traje minimalno od 1 pa sve do 3 godine, što je zbog obima posla u tadašnjoj situaciji bilo ne moguće. Nakon svega razmotrenog jedino je preostalo potpuno modernizirati lokomotive, jer sam popravak istih, s vremena na vrijeme, nije bio moguć jer su manevarke 2041 i 2132 bile toliko zastarjele, ne konstrukcijski nego tehnološki, da nabavka novih ili rabljenih ispravnih dijelova nije uopće bila moguća jer se više nisu proizvodili. Naime najveći mogući razmak obavljanja srednjeg ili velikog popravka kod rekonstruiranog vozila je 12 godina s mogućnošću produljena za još dvije godine (svake godine po jednom nakon 12 godina) ukoliko stanje vozila zadovoljava,⁹ što je u konačnici jednako novo kupljenom vozilu. Postoji nekoliko elemenata koje nisu uzimali u obzir, između ostalog ulazak u EU i podlijevanje njihovim standardima, tako da nakon potpunih modernizacija, manevarke koje nemaju autostop uređaje moraju ponovno ići na manju rekonstrukciju i dodavanje autostop uređaja ako žele prometovati na otvorenoj pruzi, završno s 1.srpnja 2017.¹⁰ Između ostalog, odluka komisije EU zahtjeva da prednji i zadnji dio vozila bude vidljiv, prepoznatljiv te propisno osvijetljen i označen, što znači da se na prednjem dijelu moraju ugraditi tri svjetla na vrhovima jednakokračnog trokuta, te kada se upravlja s te strane ta svjetla moraju biti upaljena. Jednako tako na stražnjem dijelu vlaka željeznički prijevoznik je dužan obilježiti vlak traženim sredstvima za označavanje vlaka.¹¹ Ali puno je više pozitivnih nego negativnih strana ove modernizacije, na samom kraju valja naglasiti da se potpuna modernizacija manevarskih sastava 2041 i 2132 odvijala unutar zidina TŽV Gredelj d.o.o., hrvatske tvrtke koja ima veliki potencijal, tvrtke sa velikim usponima i padovima, koja je nekada zapošljava preko 4000 ljudi tako da u konačnici svaki posao koji se da u 'naše' ruke je opravdan.

⁹ Pravilnik o željezničkim vozilima Narodne Novine 121/2015

¹⁰ Zakon o sigurnosti i interoperabilnosti željezničkog sustava Narodne Novine 82/13, 18/15, 110/15

¹¹ Odluka komisije od 14.studenog 2012 o tehničkoj specifikaciji za interoperabilnost podsustava,, odvijanje i upravljanje prometom "Željezničkog sustava u Europskoj uniji" i izmjeni odluke 2007/756/EZ

6. ZAKLJUČAK

Željeznički promet predstavlja podsustav prometa kao gospodarske djelatnosti, u čijem je okviru djelatnosti temeljna uloga prijevoz ljudi i dobara s jednom mjesta na drugo, odnosno pružanje prometnih usluga. Ovaj podsustav prometa također predstavlja jedan od najstarijih modernih oblika prijevoza. Iza ove temeljne uloge željezničkog prometa, krije se veliki broj organizacijskih razina, ukomponiranih u jednu cjelinu, s ciljem što uspješnijeg postizanja i pružanja prometnih usluga. Jedna bitna komponenta cijele ove cjeline su zapravo manevarske lokomotive, koje su primarno namijenjene za ranžiranje vlakova na željezničkim i ranžirnim kolodvorima te sekundarno vuču vlakova po otvorenoj pruzi. Treba napomenuti kako lokomotive, kao tvorevine sastavljene od mehaničkih dijelova, imaju svoj vijek trajanja, i iz toga razloga nije niti čudno što s vremenom zastarijevaju. Također treba uzeti u obzir i tehnološki napredak u svijetu, ali i brojne zakone i direktive Europske unije, koje u svom pravnom okviru, obvezuju sve članice na njihovo strogo poštivanje. Kroz ovaj diplomski rad, predstavljene su dvije vrste manevarskih lokomotiva koje su trenutno u upotrebi u Republici Hrvatskoj. Manevarska lokomotiva serije 2041 je dizelsko-električna lokomotiva čija je prvotna namijena bila teško manevriranje i vuča lakših teretnih i težih putničkih vlakova. Manevarska lokomotiva serije 2132 je za razliku od 2041 dizel-hidraulična lokomotiva koja je bila slabija i isključivo namijenjena lakšem manevriranju i radu na industrijskim kolosijecima. Uzimajući u obzir sve činjenice nametnula se potreba za promjenama, koje su ovom slučaju mogle ići u dva smjera. Ili prema nabavi potpuno novih manevarskih lokomotiva što bi zbog potrebe za homologiranjem nove manevarske lokomotive bile nedostupne za upotrebu sljedeće 3 godine, ili kako je već odlučeno, prema modernizaciji starih lokomotiva što bi u konačnici dovelo do financijski prihvatljivije varijante, obnovljenih i potpuno funkcionalnih lokomotiva čiji je eksploatacijski vijek identičan novim lokomotivama, i s druge strane poslovni aranžman s hrvatskom tvrtkom koja zapošljava hrvatske radnike.

POPIS LITERATURE:

Knjige:

1. Zavada, J. Željeznička vozila i vuča vlakova, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2004.

Zakon i članci:

1. Zakon o sigurnosti i interoperabilnosti željezničkog sustava Narodne Novine 82/13, 18/15, 110/15
2. Pravilnik o željezničkim vozilima Narodne Novine 121/2015
3. Tomašković, R.; Ilinić, T. (2010.) Uputa za rukovanje lokomotivom 2041-100, Zagreb
4. Uputa za upravljanje i rukovanje dizel – hidrauličnom lokomotivom HŽ serije 2132 300, 2004. Zagreb
5. Odluka komisije od 14.studenog 2012 o tehničkoj specifikaciji za interoperabilnost podsustava,, odvijanje i upravljanje prometom "Željezničkog sustava u Europskoj uniji" i izmjeni odluke 2007/756/EZ

Internet:

1. Gredelj, <http://tzv-gredelj.hr/proizvodni-program/lokomotive/de-2-041.html>,(08.06.2017.)

POPIS SLIKA:

Slika 1. Stanje 2017. godine u HŽ Cargo i HŽ PP

Slika 2. Izgled prije i poslje modernizacije 2041.

Slika 3. Okretno postolje lokomotive serije 2041

Slika 4. Vlačna kuka

Slika 5. Odbojnik

Slika 6. Analogni pretvarač zraka

Slika 7. Indirektni kočnik Knorr FBS 1-3 SB2-Da

Slika 8. Vanjska oprema

Slika 9. Toplinsko zvučna izolacija prije postavljanja oplata od perforiranog aluminijskog lima

Slika 10. Bočno posmični prozori

Slika 11. Električni brisači stakla na vratima

Slika 12. Ergonomsko sjedalo za strojovođe

Slika 13. Upravljački stol

Slika 14. Upravljačka ploča

Slika 15. Prekidač rasvjete na upravljačkom stolu

Slika 16. Glavni generator nakon rekonstrukcije

Slika 17. Diesel motor CAT 3508 B DITA SCAC

Slika 18. Osnovne karakteristike CAT 3508 B DITA SCAC motora

Slika 19. Spoj ispuha motora na ispušni lonac

Slika 20. Ispušni lonac sa spojem na ispušnu granu

Slika 21. Sklop novog hladnjaka

Slika 22. Uređaj za predgrijavanje , Webasto Thermo 230

Slika 23. Predfilter i dvostruki filter goriva sa separatorom vode

Slika 24. Osnovne tehničke karakteristike kompresora

Slika 25. Bezuljni kompresor Knorr VV 270-T

Slika 26. Termostatski ventil (1) termostat (2)

Slika 27. Vijak za regulaciju termostata (1)

Slika 28. Webasto tip thermo 230

Slika 29. Slavina za zatvaranje napajanja goriva dizel motora (1)

Slika 30. Dizel motor sa prikazanim dijelovima

Slika 31. Upravljačnica 1

Slika 32. Upravljačnica 2

Slika 33. Stražnja strana upravljačnice

PRILOZI:

Prilog 1. Tehničke karakteristike manevarske lokomotive 2041-100

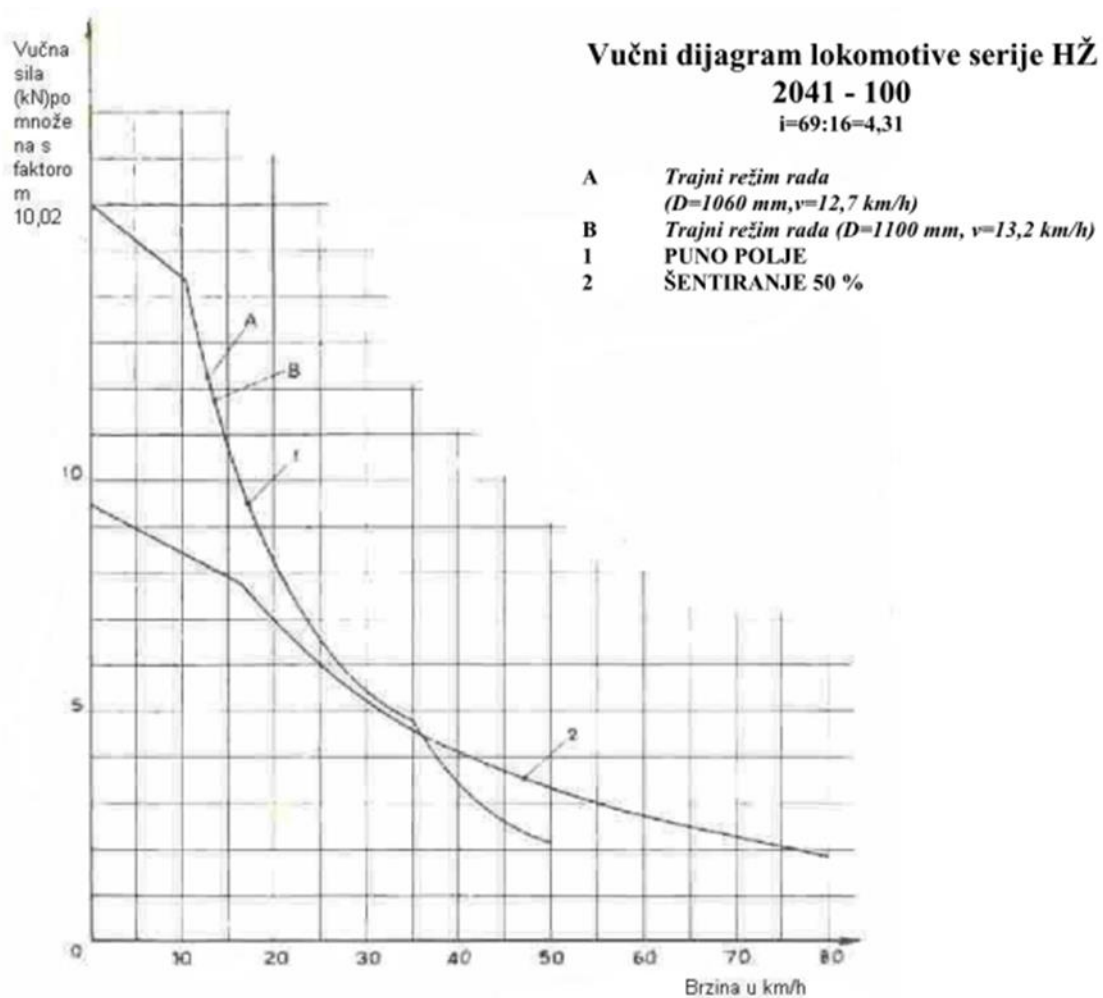
LOKOMOTIVA		
Snaga za vuču	kW	500
Masa	kg	67000
Izvedba	- -	Bo'Bo'
Dužina preko odbojnika	mm	14740
Najviša visina	mm	4280
Promjer novih kotača	mm	1100
Promjer istrošenih kotača	mm	1020
Najmanji radijus krivine	m	50
MANEVARSKI REŽIM		
Vučna sila u pokretanju	kN	169
Kritična brzina	km/h	17
Najviša trajna vučna sila	kN	110
Maksimalna brzina	km/h	30
VOZNI REŽIM		
Vučna sila u pokretanju	kN	166
Kritična brzina	km/h	17
Najviša trajna vučna sila	kN	108
Maksimalna brzina	km/h	80

KOČNICA		
Tip	- -	Zračna
Kočenihi osovina	- -	4
Kočnih cilindara	- -	4
Sušač	- -	LTZ 015-2H
Ručica direktnog kočnika	- -	CASRAM A3-16354
E-P regulator direktnog kočnika	- -	Knorr I79483/A
Indirektni kočnik	- -	FBS1-3-SB2-DA
Rasporednik	- -	KELOdvK-EAE-EL5

DIZELSKI MOTOR		
Proizvođač	- -	Caterpillar
Tip	- -	3508 SCAC
Raspored i broj cilindara	- -	V 8
Nazivni broj okretaja	okr / min	1500 (1515)
Nazivna snaga / korištena	kW	821 / 625
Upravljanje	- -	ADEM III

GLAVNI POGON - GENERATOR		
Proizvođač	- -	Izvorno Končar (preinaka TŽV Gredelj)
Tip	- -	Izvorno ICK 682/6 (preinaka TŽV Gredelj)
Uzbuda	- -	nezavisna
Maksimalni broj okretaja	okr / min	1500
Maksimalna snaga	kW	500
Maksimalni napon	V	800
Trajna struja	A	1300
Satna struja	A	1550
Maksimalna struja	A	1900

GLAVNI POGON – VUČNI MOTORI		
Proizvođač	- -	Sever
Tip	- -	LM90
Uzbuda	- -	serijska
Maksimalno slabljenje polja	%	cca 50%
Maksimalna snaga	kW	125
Maksimalni napon	V	400
Trajna struja	A	650
Satna struja	A	725
Maksimalna struja	A	950



Prilog 2. Vučni dijagram lokomotive serije 2041-100

Prilog 3. Tehničke karakteristike manevarske lokomotive 2132-300

DIMENZIJE		
Širina kolosijeka		1435 mm
Raspored osovina		C
Dužina između odbojnika		10.500 mm
Ukupni razmak osovina		4500mm
Razmak između I i II osovine		1600mm
Razmak između II i III osovine		2900mm
Max. visina		3825 mm
Max. širina		3136 mm
Broj osovina		3
Promjer pogonskih kotača		950/870mm
Najmanji radijus pruge kojim se može voziti		80m
Najmanji radijus spuštalice kojim se može voziti		200m
Dužina preko centralnog kvačila		10550mm
TEŽINE		
Ukupna težina = athezijska težina		440 kN
Najveći osovinski pritisak		14 +5% t
Masa po metru dužine vozila		4,2 t/m
ZALIHE		
Gorivo		1424 l
Pijesak		200 kg
Rashladno sredstvo za hlađenje u motoru i hladnjaku		220 l
Ulje za podmazivanje diesel motora		138 l
Ulje za pogon hidrauličnog prijenosnika		210 l
Ulje za podmazivanje osovinskog prijenosnika		24 l
Ulje u kompresoru		5,5 l
Ulje hidrostatike		27 l
Voda za pranje stakla		2x9 l

BRZINE		
Najveća brzina lokomotive:	manevarska služba	33 km/h
	vozna služba	66 km/h
Najveća dozvoljena brzina šlepanja lokomotive		80 km/h
Najmanja brzina kod trajnog opterećenja:	manevarska služba	6 km/h
	vozna služba	11 km/h
KOČNICA		
Broj osovina koje su kočene		3
Zračna kočnica tipa Knorr sa jednostrukim rasporednikom i "Božić" kočnikom		
Kočni cilindar 2kom x 10"		
Glavni zračni spremnik kapaciteta		2x 400 l
Pomoćni zračni spremnik kapaciteta		1x75l
Kočnik «Božić» tip		2X25 «L»
Direktni kočnik Oerlikon		FD 1
Jednostruki rasporednik br.14 Hardy-Westinghouse		5a-Z2/06
Ukupni prijenost i iznos kočnog polužja		7,86
DIESEL MOTOR		
Tip Caterpillar		3412 E
Nazivna snaga		478 kW pri 1500 o/min
Nominalni broj okretaja		1500 o/min
Broj okretaja praznog hoda		700 o/min
Broj cilindara		12
Raspored cilindara		«V»
Način rada		četverotaktni HEUI (Hydraulic electronic unit injection system)
Hlađenje vodom		
Promjer cilindra		137,2 mm
Hod klipa		152,5 mm
Ukupni volumen cilindra		27 l
Pokretanje		električnim pokretačem

SISTEM ZA VODU		
Hladnjak		
Snaga potrebna za pogon ventilatora hladnjaka		20 kW
Količina zraka za hlađenje		12m ³ /s
Zaklopke hladnjaka regulirane termostatom		
Kapacitet		416250 kcal/h
Broj okretaja elise		1600 o/min
Statički pritisak		65 mm V.S.
Ostali tehnički podaci		
Maximalna temperatura vode za hlađenje		93 °C
Maximalna temperatura ulja hidrauličnog prijenosnika		130 °C
Maximalna temperatura okoline		40 °C
Kapacitet izmjenjivača ulja hidroprijenosnika		130000 kcal/h
Grijalice upravljačnice		2x 7 kW

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
Vukelićeva 4, 10000 Zagreb

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je _____

isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu, a što pokazuju korištene bilješke i bibliografija. Izjavljujem da nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, odnosno da je prepisan iz necitiranog rada, te da nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem, također, da nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu završnog/diplomskog rada pod naslovom _____, na mrežnim stranicama i repozitoriju Fakulteta prometnih znanosti, Digitalnom akademskom repozitoriju (DAR) pri Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu.

Student/ica:

U Zagrebu, _____

(potpis)